Indholdsfortegnelse

[Introduktion 2](#_Toc342031622)

[Part1 2](#_Toc342031623)

[1. Oplevelser i skyen 2](#_Toc342031624)

[2. QA sammenligning 2](#_Toc342031625)

[3. Telemedicin i skyen 2](#_Toc342031626)

[4. TM12 i PaaS 2](#_Toc342031627)

[Part 2 2](#_Toc342031628)

[ATAM 3](#_Toc342031629)

[1. Tilpasning til TM12 3](#_Toc342031630)

[2. ATAM og QAW 3](#_Toc342031631)

[3. Utility tree 3](#_Toc342031632)

[4. Architectual approach analysis 3](#_Toc342031633)

[aSOA 3](#_Toc342031634)

[1. Det oprindelige design 3](#_Toc342031635)

[2. Det nye design 3](#_Toc342031636)

[Evaluering af metoder 3](#_Toc342031637)

# Introduktion

Dette dokument indeholder besvarelsen på opgave H5 i kurset Software Arkitektur i Praksis. Opgaven er delt i to afsnit, hvor det første har fokus på anvendelse af skyen og den anden på arkitekturel evaluering.

# Part1

Dette afsnit omhandler anvendelse af skyen og er yderligere inddelt i nogle underafsnit.

1. A short essay of the challenges/obstacles/good experiences of deploying the TM12 server (and Mongo DB) in the cloud. Evaluate benefits/liabilities of cloud deployment both in this particular case as well as in a longer time perspective.
2. An exploration of the systems QAs compared to a local systems QAs, such as performance, modifiability, availability, testability, etc. Also look for anomalies (like uploads that take long time to appear during read, stolen CPU cycles, etc.)
3. A short discussion of benefits and liabilities of using cloud deployment for tele medicine in general. Are there any "show-stoppers"? Refer to Ambrust et al.
4. A short outline of what it would take to refactor TM12 to use a PaaS approach for cloud deployment instead, for instance, using Google App Engine.

## 1. Oplevelser i skyen

### Oplevelser med opsætning

Vi har prøvet at deploye TM12 til Amazon på en Ubuntu server. Det viste sig at være yderst enkelt at oprette serveren efter beskrivelsen. Der var dog en enkelt ting. Man skal eksekvere en ”sudu apt-get update” før man installere java og ant. Selv Putty virkede uden problemer (efter vi lige læste brugervejledningen ordentlig igennem).

Det er overraskende hvor enkelt det er at få opsat en virtuel server og få den til at virke.

### Overvejelser omkring anvendelse af ”skyen”

At lægge noget op i skyen har mange fordele og ulemper. Ligesom med alle andre services hvor man overvejer at anvende en tredjeparts leverandør.

1. Kan vi stole på leverandøren?
2. Er leverandøren stabil nok?
3. Kan leverandøren levere det produkt vi har behov for? Med hvilken QoS?
4. Kan vi stole på at leverandøren vil hjælpe os hvis der er noget der ikke virker?
5. Hvis vi beslutter at skifte leverandør kan vi så det? Hvordan gemmes data? Standard, API, …

Der er andre overvejelser der er specielle for skyen.

1. Hvilken del skal vi lægge op i skyen?
2. Er der nogle juridiske spekter omkring ejerskab af data samt fysisk placering af data?
3. Hvilke udsving i QoS kan vi risikere (determinisme)?

Som med alle leverandører er det vigtigt at man stoler på firmaet. Hvis der f.eks. er tale om data omkring et fremtidigt produkt, skal man jo være sikker på at udbyderen ikke vil stjæle ens data og sælge dem til en konkurrent. Der er selvfølgelig mulighed for at anvende en passende kryptering, men hvis man ikke stoler på sin leverandør, skal man nok overveje om der findes en alternativ leverandør.

Der er naturligvis forskel på firmaer. Hvis man ønsker at sikre en global og konstant adgang til ens data er det nok ikke en god ide at vælge et mindre eller nystartet firma eller et firma med usikre regnskaber eller egenkapital. Selv om det ren juridiske med rettigheder til data er i orden, vil det utvivlsomt resultere i en længere nede periode hvis firmaet pludselig lukker dørene og man skal til at finde en alternativ leverandør.

Her er det vigtigt at kikke på ens behov. Udbyder firmaet det produkt man har behov for, med den QoS og stabilitet der er behov for? Kan det tilbyde den skalering i ressourcer og båndbredde som der er behov for? Et firma der har mange kunder vil ofte have meget bedre mulighed for ressource sharing, og dermed for at supportere korte peek perioder eller op-skalering efter behov.

Når man overdrager ansvaret for dele af ens system til en anden har det naturligvis den fordel at det er dennes ansvar at sikre at det kører efter aftale. Det er som regel derfor man vælger en anden udbyder; fordi man enten ikke selv har ressourcer til det eller det er ufordelagtigt. Disse ressourcer kan være i form af penge, erfaring (der er jo nogle der skal drifte det) eller tid (det tager tid at starte op). Om det er fordelagtigt er mere et spørgsmål om hvem der kan gøre det billigst og bedst. Selv om vi har ressourcer til at oprette og drifte vores eget system, så er det meget tænkeligt at et firma der ikke laver andet end at udbyde skyer vil kunne gøre det billigere og bedre end vi selv kan – også selv om de skal tjene penge på det. Det er et simpelt spørgsmål om stordrift. Men der hvor det som regel giver knuder er når der er noget der ikke virker. Hvis man selv drifter det kan man smide alt hvad man har i hænderne, hyre de bedste konsulenter, og få det til at virke. Men, hvis man anvender Amazon’s sky og man udgør 0,0001% af deres total omsætning, hvor meget vil de så lægge i at få løst ens problem, koste hvad det vil?

Data kan lagres på mange måder, og ofte er en sky mere end bare data, det er et specifikt API eller nogle virtuelle ressourcer der fungerer på en bestem måde. Set fra leverandørens synspunkt er det en fordel at gøre det så svært så muligt at skifte leverandør, så det er vigtigt som minimum danne sig et overblik over hvad det vil kræve at skifte leverandør, og hvilket risici det ville indebærer efter systemet er operationelt i skyen.

Når der er tale om at have data og/eller ressourcer i skyen er det vigtigt at også tænke interface. Meget ofte har firmaer nogle legacy systemer der er nødt til at holdes kørende. Kan disse overhovedet fungere i skyen? Hvis ikke, hvad vil det så betyde for QoS hvis disse systemer skal forblive internt, men data ligger i skyen (længere netværkskommunikation)? Skal vi købe et service API i skyen (SaaS), hvis et sådanne findes. Hvis et firma udbyder en end user application som passer til vores behov, så er det sandsynligvis både den hurtigste, nemmeste, mest stabile og billigste løsning. Dette skyldes at mange andre bruger samme løsning og det derfor er disse firmaers samlede ”vægt” der afgør hvor hurtigt firmaet reagere på problemer. Samtidig vi API’et og performance være skræddersyet til denne løsning og er ikke generelle interfaces som så skal bruges til at implementere end user applikationen. Dette er sammenligneligt med at en general purpose architecture (GPA) på en CPU altid er mindre effektiv end en custom application direkte i silicium. Findes der ikke en SaaS der er et perfekt match så er der måske nogle der udbyder et framework i en sky hvorpå vi kan bygge vores applikation (PaaS). Dette kræver mere arbejde, men frameworket gør at vi kan anvende nogle kendte og afprøvede moduler til at implementere vores applikation, og disse moduler vil være optimeret i forhold til den service de udbyder. Ikke så performance optimalt som SaaS, men mere fleksibelt og hurtigere end at skrive det selv. Endelig kan det være at vores applikationer så speciel at den skal skrives fra bunden, eller at vi vil forsøge at lægge en legacy applikation op i skyen. I det tilfælde kan vi købe nogle virtuelle ressourcer (Iaas), som vi så kan implementere vores applikation på. Dette tager naturligvis længere tid (hvis ikke vi har legacy koden i forvejen), og ansvaret for at applikationen fungerer og er god nok performancemæssigt påhviler fuldt og fast os selv, ligesom ressourcerne man køber er general purpose, hvilket betyder at de skal kunne bruges til ”alt”, og derfor ikke kan være optimerede mod en speciel brug.

Dette kan sammenlignes med at arbejde på et OS på en GPA (IaaS). Alternativt kan man skrive applikationen direkte på stålet ud fra et library fra producenten (PaaS). Og endelig kan man købe en chip der er skræddersyet til ens behov (SaaS).

Meget ofte er data ikke bare data. Der kan være tale om nationale hemmeligheder eller personfølsomme data, som er beskyttet af specielle juridiske regler for hvor og hvordan disse oplysninger fysisk skal lagres og slettes. Når man arbejder i skyen er man som udgangspunkt ligeglad med hvor ens data lagres, men disse juridiske aspekter kan gøre det nødvendigt at sikre at data fysisk lagres et bestemt sted, og at data når den slettes gøres efter de rigtige retningslinjer (f.eks. DoDs regler for data sletning). Hvis en server i en virtuel farm går ned flytter data og server øjeblikkeligt over på en anden server, da data gemmes redundant (raid), men hvad med den server der er gået ned? Hvis den kommer op og fungere igen, vil den så blive brugt til noget andet hvor data evt. kan genskabes af den nye bruger? Eller risikere vi at den fysiske server/disk smides på lossepladsen hvor dens data evt. kan genskabes? Alt efter de juridiske krav er det vigtigt at tage højde for disse ting i kontrakten.

Med virtuel placering af data i skyen kan det være meget svært at garantere svartider af to på hinanden følgende kald, specielt med load distribution og multiple servere. Udbyderen vil måske garantere en maximum svartid, men da det går imod ideen om skyen at holde tæt styr på den fysiske placering af de forskellige virtuelle servere. Ofte er det rigeligt at kende den maksimale svartid, men i specielle tilfælde kan det være vigtigt at svartiden er deterministisk, eller ikke varierer ret meget mellem forskellige servere. I dette tilfælde kan det være problematisk at anvende skyen.

## 2. QA sammenligning

### Availability

En af de største fordele ved at anvende skyen er at data of services er tilgængelige overalt. Hvis man vælger en større udbyder med mange fysiske servere, vil det at anvende skyen ofte øge availability, da en fejl på en server ikke vil betyde noget, da den underliggende VM executer automatisk vil flytte eksekveringen uden at brugeren oplever nogen reduktion i availability. Det er dog vigtigt at man vælger den rigtige aftale med cloud udbyderen. Samtidig vil de fleste cloud udbydere have redundante forbindelse til internettet, som sikre høj forbindelses-availability.

Det er også vigtigt at undersøge den underliggende arkitektur i skyen. Anvender de en form for caching eller et specielt API, der gør at den givne sky opfører sig anderledes end man normalt ville forvente. Er der I/O caching som gør at data der lægges op i skyen først er tilgængelig efter et stykke tid, eller måske et ikke-intuitivt fil API som gør det svært at interagere med?

### Modifiability

Hvis der er tale om at man lægger hele applikationen op i skyen (IaaS) så har det mere betydning hvordan man laver sin architectur end om det er i Skyen eller ej, men hvis man anvender PaaS eller SaaS så er man begrænset af det bibliotek (PaaS) eller API (SaaS) som cloud udbyderen stiller til rådighed.

### Performance

Hvis der er tale om et system som TM12 der altid tilgås udefra vil performance i form af netværkskommunikationstid ikke blive påvirket af at lægge det op i skyen, faktisk er der en vis sandsynlighed for at det kan blive hurtigere, da en større cloud udbyder sandsynligvis vil have en meget kraftig forbindelse direkte til et internet back-bone, og dermed kan tilbyde en kommunikationshastighed og ping-tid som det vil være meget dyrt at skulle opbygge selv, specielt hvis man vælger en (eller flere) udbydere i nærheden af hvor data skal bruges. F.eks. hvis det skal bruges i Danmark vil man vælge en i Danmark eller som minimum i Europa.

Da cloud systemer mere eller mindre altid arbejder virtuelt skal dette naturligvis tages i betragtning, men moderne VM-Ware tilbyder performance der kan konkurrerer med eksekvering uden VM, så dette er ikke et stort problem mere, og der er mere et spørgsmål om at vælge den rigtige mængde ressourcer.

### Security

Her kan der være vise problemer med at anvende skyen, da data ikke mere fysisk ligger på en server man selv kontrollere. Kryptering kan afhjælpe meget af dette, men juridisk kan der være krav til godkendelse for at man må opbevare personfølsomme oplysninger. Der bør altid laves en risikovurdering før data flyttes op i skyen.

### Testability

Testability i Skyen er generelt sværere end på en lokal fysisk server, da man ikke har kontrol over det underliggende virtuelle eksekveringsmiljø. Hvis der er tale om SaaS eller PaaS, bliver dette problem større, da den underliggende applikation eller library ikke er tilgængelig for white-box test, og er der et problem i denne kode skal man vente på at cloud leverandøren retter fejlen. Fordelen er dog at da koden anvendes af mange andre er der en mindre risiko for at der er alvorlige fejl i koden.

### Usability

Hvis der er tale om SaaS er det naturligvis vigtigt at vælge en cloud leverandør der kan præcentere et logisk og let anvendeligt interface. Samtidig får man foræret en del end user test, da andre kunder har brugt interfacet før. Samtidig kan det være en fordel at man anvender et look and feel som er velkendt i markedet, da genkendelighed er utrolig vigtigt for usability. Vi har alle prøvet at skifte bank og skulle bruge tid på at sætte sig ind i et nyt interface, eller indenfor programmering er der ikke noget mere irriterende end når producenter afviger fra defakto-standarden, som f.eks. .NET Array.Copy, som anvender ”source, destination” når alle andre siden C anvender ”destination, source”.

I TM12 kan det f.eks. være et stort problem hvis læger og ikke mindst brugere er blevet vandt til det eksisterende interface og så skal til at lære et nyt. Samtidig, hvis hundredvis af klienter ude hos borgerne er blevet kodet op mod et interface, kan det være kompliceret at omkoden dem til et nyt.

Hvis der er tale om PaaS er problemet sandsynligvis mindre, da det hovedsageligt er applikationen der bestemmer usability, og ikke skyen.

### Anomalities

AMI = Amazon Machine Image

<http://blog.coredumped.org/2012/02/help-my-cpu-cycles-are-being-stolen.html>

## 3. Telemedicin i skyen

Indenfor telemedicin er der mange risikoområder, fra introduktionen af ny teknologi indenfor et områder der er notorisk konservativt, til installation hos en kundegruppe der er både konservativ og ofte udsat for både fysiske og mentale udfordringer som gigt, senilitet, stofmisbrug, m.m. Disse udfordringer vil dog eksistere uafhængigt af om der er tale om deployment i skyen eller på egne servere.

Ambrust et al omtaler forskellene mellem et konventionelt data center og skyen i en tabel. Ved at tage udgangspunkt i denne tabel og sammenholde med de behov der er i Telemedicin kan vi se om der er noget vundet ved at skifte til Skyen.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Advantages | Public cloud | Conventionel Data Center | Tele-Medicine |
| Appearance of infinite computing resources on demand | Yes | No | Tele-medicine is a closed user group, and its growth is highly deterministic. For this reason the ability to rapidly scale the resources is not a high priority, as there would always be time to buy more physical or virtual servers when scaling up. |
| Elimination of an up-font commitment by Cloud users | Yes | No | The investment in Tele-medicine is huge, and the cost of the computing resources on the server end negligible in comparison. |
| Ability to pay for use of computing resources on a short-term basis as needed | Yes | No | The resources required will fluctuate during the day, but with the exception of an audit, the fluctuations are minor and predictable, and huge short-term fluctuations, like might be experienced on a public server when a new add-campaign runs, are not possible (except for errors). |
| Economies of scale due to very large data centers | Yes | Usually not |  |
| Higher utilization by multiplexing of workloads from different organizations | Yes | Depends on company size | This could be interesting, primarily due to the field of interest. Higher utilization means less resource waste and therefore a greener image. Due to the deterministic and relatively limited fluctuations of the load, it is however unlikely that this will be more than a PR gimmick. |
| Simplify operation and increase utilization via resource virtualization | Yes | No | Scaling must be possible, even if it does not need to be fast, and the design of the application must therefore be layered and follow the general recommendations for scalable software (see Design Guidelines for Application Performance). With that said the scaling may as well be done on an in-house data center or an external conventional data center. |

Baseret på ovenstående kan man konkludere at der ikke er tunge grunde til at vælge skyen, men omvendt, er der så nogle tunge grunde til ikke at vælge skyen, da ovenstående hovedsageligt konkluderer at der ikke er vundet noget, men er der tabt noget ved at vælge skyen?

Ud over at overveje om det er en god ide, Ambrust et al omtaler 10 mulige forhindringer ved at skifte til skyen. Disse vil vi også sammenholde med Telemedicin.

|  |  |
| --- | --- |
| Forhindring | Telemedicin |
| Availability/Business Continuity | Det er klart at det er vitalt vigtigt at systemet er tilgængeligt når patienter og læger har brug for det. Hvis man vælger en større cloud udbyder med en god egenkapital og stabile regnskaber, vil det dog give mindst ligeså god availability/Business continuity som at vælge et data center med samme krav, eller selv oprette et med dertilhørende afhængighed af internet udbyder. Det kan dog anbefales at anvende en kombinationsløsning med et eksternt data center eller cloud udbyder kombineret med et mindre internt data center som kan håndtere de vitale funktionalitetet i tilfælde af af data centeret eller cloud udbyderen fejler. |
| Data Lock-In | Ved at anvende skyen er man underlagt udbyderens API. Der er visse regler til hvordan data skal være tilgængeligt, f.eks. OIOXML, men med data transformering og backup af data udenfor udbyderen vil dette ikke være mere problematisk end at anvende et data center. Det største problem her vil være den ekstra udvikling påkrævet for at supportere flere API’er (multiple parallelle skyer/data centre med forskellig API). |
| Data confidentiality and Auditability | Da der er tale om personfølsomme oplysninger skal de naturligvis beskyttes, men samtidig er der ikke tale om specielt økonomisk værdifulde oplysninger, og sikkerheden vil derfor ikke være mere kompliceret i skyen end på et data center. Et aspekt der er endnu vigtigere end sikkerhed er safety. Da der er tale om tele-medicin er det vitalt vigtigt at sammenkædningen af data er intakt, så en given patient får den korrekt medicin til tiden og i den rigtige dosis. Samtidig vil det være et krav at man vil kunne følge en given handling fra initiering til konsekvens. Disse aspekter vil dog ikke være anderledes på et data center end i skyen. |
| Data transfer bottlenecks | Der er p.t. ikke tale om kæmpe store data mængder til tele-medicin, men hvis f.eks. systemet skulle kunne supportere Cat-scan og CT-scan images er det en helt anden situation. Her vil det være vigtigt at overveje hvordan enormt store data-mængder kan uploades til skyen. Der er dog udbydere der tilbyder et hard-link til upload at data til skyen – i det tilfælde kan man simpelthen sende et fysisk drev med posten og så få det uploadet via et hard-link til skyen. Denne upload udføres af cloud udbyderen, og det er derfor vigtigt at sikre sig at det er muligt, hvis det er et behov. |
| Performance Unpredictability | Selv om der performance er vigtigt, så er der ikke tale om streaming af store data mængder, og den variation i performance der kan være alt efter contention på IO elle fysisk placering af web logic og business logic i forhold til database, vil være uden nævneværdig betydning i denne type applikation. Så længe cloud udbyderen kan garantere en acceptabel QoS så er variationen i performance uden betydning. |
| Scalable storage | Den form for skalering der er behov for her i form af database plads er ikke noget problem i skyen, og det vil være muligt at udvide med flere database servere hvis nødvendigt. |
| Bugs in large distributed systems | Det er klart at jo mere kompleks skyen er, jo større er risikoen for fejl. Dette er en reel bekymring, da fejl vil kunne påvirke ikke kun availability men også security og safety. Omvendt kan fejl også findes i data centre, selv om kompleksiteten er mindre, og der er efterhånden en del erfaring med VM og shared resouces, så hvis man vælger en konservativ udbyder med en sky der har eksisteret i noget tid, er risikoen til at overkomme. I dette tilfælde kan det også være en fordel med et redundant system (flere udbydere) evt. kombineret med et mindre private data center til at håndtere vital funktionalitet i tilfælde af nedbrud. |
| Scaling quickly | Der er ikke behov for denne form for skalering så det er ikke et problem. |
| Reputation fate sharing | Da telemedicin både er lægeligt, menneskeligt, teknisk og politisk så vil der vil helt sikkert være nogle der vil sikre sig at de ikke risikerer at blive hængt ud i pressen. Der er mange muligheder for skandaler: ”Kommunens data ligger side om side med børneporno”. ”Staten støtter colombianske narkobaroner” (f.eks. medejerskab i selskabet der udbyder skyen). ”Lægerne for hjælp af børnearbejdere” (server farm i Afrika med vedligeholdelse af børn). Man kan sagtens blive hængt ud selv om man umuligt kunne have vidst noget om det, så denne risiko vil altid findes, men den kan dog reduceres ved at vælge en større og velrenommeret udbyder, da disse også selv har en interesse i at holde et rent hus. Samtidig kan man indhente oplysninger omkring ejerskab og stille krav i kontrakten til arbejdsforhold og vilkår for ansatte i selskabet. Det er dog tvivlsomt at man ville komme langt med disse krav hvis vi taler Dansk telemedicin projekt op mod Amazon, men |
| Software licensing | Der er efterhånden en del applikationer og OS’er der har fået en licens model der passer bedre til skyen, og hvis man kikket på at anvende et der ikke har en passende licens model, så skal man måske overveje om det er den rigtige applikation eller OS, da dem der ikke følger med strømmen og tilpasse sig på dette område med overvejende sandsynlighed vil ende som et ikke-supporteret applikatione eller OS. Tag f.eks. OS/2. |

Baseret på ovenstående analyse kan det konkluderes at der ikke er nogle vægtige problemer med at anvende telemedicin i skyen, men omvendt er der heller ikke nogle meget store fordele. Det må derfor være meget op til hvilken økonomisk aftale man kan få på hhv. cloud og data center løsningen, samt hvilken tilpasning der er påkrævet (igen en økonomisk overvejelse, da tilpasning koster penge).

## 4. TM12 i PaaS

Da TM12 er skrevet i Java er det allerede designet til at eksekvere i et virtuelt miljø – Java VM’en. Det er naturligvis muligt at der findes en Cloud udbyder der giver mulighed for er PaaS hvor man simpelthen får stillet en Java VM til rådighed. Der findes microcontrollere der er designet specifikt til at eksekvere Java byte code (eller et udsnit af den), så hvorfor ikke en sky. Hvis vi derimod kikker på en anden leverandør kan der nemt være tale om et helt andet API, og applikationen vil derfor skulle redesignes til dette API. Jo mere moduleret, med logiske lag og høj lav coupling og høj cohesion, arkitekturen til TM12 er designet jo nemmere vil det være.

Google App Engine anvender Java, Python eller Go. For Python skriver google følgende:

* a complete Java 6 runtime environment in a secure sandbox environment
* based on common Java web technology standards, including servlets and WARs, JDO and JPA, java.net, JavaMail and JCache
* a [plugin for the Eclipse IDE](https://developers.google.com/appengine/docs/java/tools/eclipse) makes project creation, testing and deployment a snap
* supports other languages that compile to the JVM or use JVM-based interpreters, such as JRuby, JavaScript (Rhino), and Scala

Baseret på dette skulle det ikke være en større opgave at portere TM12 til Google App Engine – I hvert fald ikke in-memory versionen. Mongodb er ikke Java, og vil derfor ikke kunne eksekvere i Google App Engine. Det er muligt at eksekvere mongodb udenfor google app engine og bare tilgå den derfra. Hvis databasen også skal ind i under Google App Engine skal der anvendes App Engine's data repository i stedet for mongodb.

Den bedste måde at finde ud af det på er dog at prøve det. Først deployede vi et Hello World projekt til Google App Engine, og det virkede fint. Vi konstaterede at Google AppEngine også anvender Jetty, så det gør det nemmere.

API’et skal dog overholdet, og det kræver et entry point modul, ligesom at der skal anvendes App Engine's data repository – dette vil dog ”bare” være en endnu et persisteringsmodul på linje med in-memory og mongodb. Endelig skal resources filerne lægges ind under web.xml, som er Googles konfigurationsfil.

For sjov prøvede vi at lægge source koden ind under vores Hello World projekt, og det kan compile og eksekvere uden problemer på localhost (uden jetty.jar og jetty-util.jar, da de er med i Google API’et), hvis man ændre entry point. Dette er dog ikke muligt i en deployet version, der skal entry point være korrekt.

Et forsigtigt estimat vil være at en der kender både TM12 og Google App Engine API vil kunne gøre det på et par timer til den første hul-igennem test, og derefter måske 3-4 timer til oprydning.

# Part 2

Dette afsnit omhandler arkitekturel evaluering og er yderligere inddelt i nogle underafsnit.

**ATAM**

1. Discuss how ATAM may be tailored to a system such as the TM12 system.
2. Discuss which steps of ATAM have already been performed as part of your QAW in H2.
3. Draw a utility tree based upon your developed QAS from H2.
4. Pick one or two suitable QAS from TM12 and perform Architectural Approach Analysis (ATAM step 6), and describe risks, sensitivity and tradeoff points using an (adapted) form of the table shown in Bass et al., figure 11.2.

**aSQA**

Apply the aSQA to the following two designs of TM12:

1. The original design of TM12 as described in H1.
2. Your redesigned TM12 as proposed in H2.2.

**Discussion of Evaluation Methods**

Discuss the evaluation methods both in relation to the TM12 evaluation and in relation to your own daily practice as a developer/architect.

## ATAM

### 1. Tilpasning til TM12

### 2. ATAM og QAW

### 3. Utility tree

### 4. Architectual approach analysis

## aSOA

### 1. Det oprindelige design

### 2. Det nye design

## Evaluering af metoder